Ontario
Ministry of
Agriculture and Food
| central site | feedback | search | site map | français |
HOME | WHAT'S NEW | CALENDAR | PRODUCTS | NEWS RELEASES

FACTSHEET
ISSN 1198-712X ©Queen's Printer for Ontario
Agdex#: 111/736 Publication Date: 04/83
Order#: 88-003 Last Reviewed: 01/88

Title: Reclaiming Corn Drying Energy

Division: Agriculture and Rural
History: Revision of Factsheet "Reclaiming Corn Drying Energy", April 1983
Written by: H. Spieser - Engineer (Pesticide Application & Grain Storage)/OMAF

Table of Contents

1. Introduction
2. Reclaiming Drying Energy
3. Heat Recirculation
4. Heat Recirculation Design
5. Heat Exchanger
6. Heat Exchanger Design
7. Summary
8. References

Introduction

High-temperature drying of grain corn is fast and effective but uses a lot of energy. When heating fuel energy, such as propane or natural gas was cheap, the initial cost of the drying system was more important than the operating cost. That is not true today.

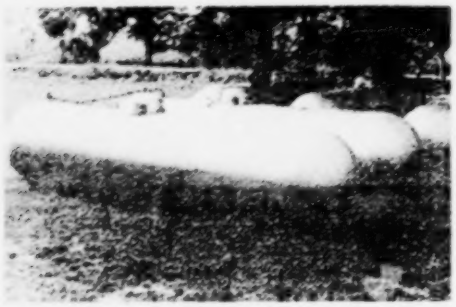
With many conventional cross-flow dryers as much as 40 litres (L) of propane are required in order to produce a dry tonne (t) of corn at 15.5% m.c. from 30% m.c. (wet basis) as harvested. Thus Ontario corn producers use, directly or indirectly, the equivalent of 120 million L of propane each year to dry grain corn. This amount can be reduced by at least 20% or the equivalent of 24 million L of propane per year.

Most dryer operators are willing to spend some money if they can get it returned in three years or less. The allowable expenditure is highly dependent on the annual volume of corn dried, which generates the fuel saving as dollars to pay for the system changes.

Table 1 shows the range of fuel use reductions possible and the allowable capital expenditure for recovery in one year for a range of annual drying fuel costs. The fuel cost can be for propane, natural gas or other heating fuel.

Figure 1. High-temperature drying of grain corn requires large volumes of propane or natural gas.

105-01578/



| Top of Page |

Reclaiming Drying Energy

The methods of reclaiming heat energy fall into two distinct categories; (a) heat recirculation and (b) the use of heat exchangers.

Heat recirculation works best on continuous flow dryers operated to dry and cool simultaneously.

Heat exchangers, however, can be used on either continuous-flow or batch type high-temperature dryers.

All further discussion and comment will be directed to the common thin-column dryers of the cross-flow design. The number of columns can vary from one to four, and the column while most often vertical can also be horizontal on an open mesh belt.

Table 1. Allowable Capital Expenditure Recoverable With Fuel Cost Savings in One Year.

Present Annual Drying Fuel Cost - $	Fuel Use Reduction, %		
	20	30	40
$3,000	$ 600	$ 900	$1200
6,000	1200	1800	2400
9,000	1800	2700	3600
12,000	2400	3600	4800
15,000	3000	4500	6000

| Top of Page |

Heat Recirculation

Ambient (outside) air passed through a column (or layer) of hot corn will pick up heat and be warmed. While some moisture may be added, the resultant relative humidity (RH) of the ambient air will be reduced significantly as the corn warms it during cooling. The warmed cooling air is typically 30 to 40°C over ambient air temperature with relative humidities in the 10 to 20% range.

The warmed cooling air alone can be directed to the blower/burner (drying fan) for fuel reductions of 15 to 20% (Figure 2).

However, the warmed cooling air only makes up one-half to two-thirds of the airflow requirements of the drying fan. Thus we can also consider recirculating air from the lower portion of the drying section. Air coming through the lower section will be 40 to 50°C above ambient air temperature. This air has done some drying, but will not be near saturation. RH values in it are more typically in the 20 to 30% range. Thus it can be collected with the warmed cooling air to provide the total airflow requirements of the drying fan (Figure 3).

Figure 2. Recirculation of warmed cooling air only from continuous-flow dryers can reduce energy by 16% or more.

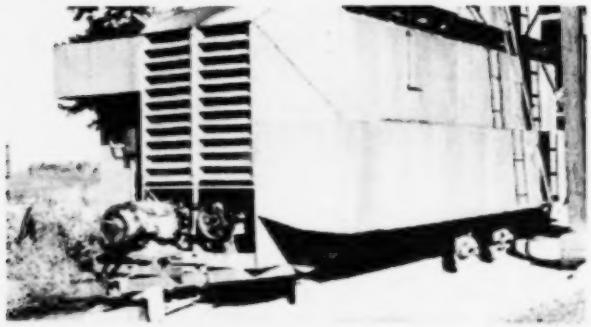
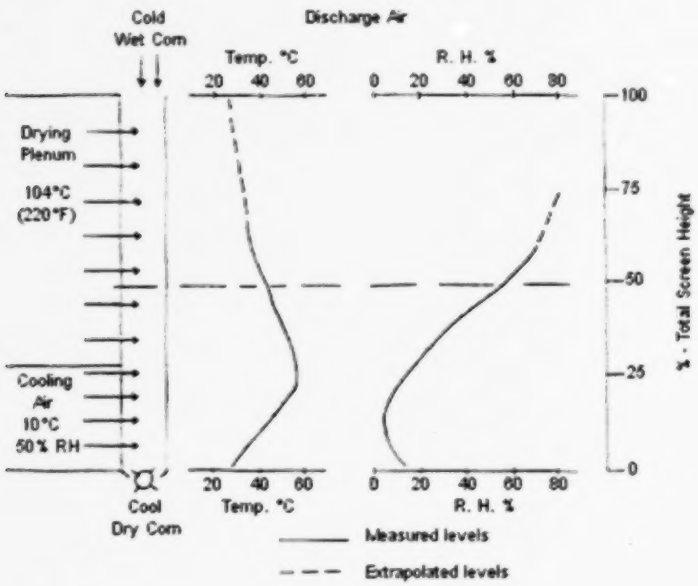


Figure 3. Approximate discharge air temperature and relative humidity profiles from continuous flow dryer with ambient air cooling.



| Top of Page |

Allowing for some radiated heat loss the blended recirculation air from the cooling and lower portion of the drying section should be available to the drying unit at temperatures well above ambient temperature and with an RH under 40%.

For example if we assume a drying plenum temperature of 104°C (220°F) and an ambient temperature of 10°C (50°F), we are likely to have a recirculation air temperature of about 40°C.

By ratioing the relative temperature rises we can approximate the fuel saving benefit as follows:

(Recirculated Air Temp - Ambient Air Temp) ÷ (Plenum Air Temp - Ambient Air Temp) x 100 = % Fuel Saving

For the example conditions the apparent benefit from recirculation would be about:

(40-10) ÷ (104-10) x 100 = 32%

That savings level is not an unrealistic target and should be attainable, especially at lower ambient air temperatures.

One of the easiest pitfalls is to separate the drying discharge air at too high a level. The higher up the drying screens, the lower the discharge air temperature and the higher the RH of that air. When kernel moisture is given up readily as it is in the upper sections of the drying column, significant heat is taken from the air to evaporate the moisture--reducing air temperature and increasing RH dramatically (Figure 3).

Most commercial cross-flow farm dryers have a cooling section that is one-quarter to one-third the total column height. Typically the cooling section airflow rate is higher than the drying section airflow rate. Thus, locating the air discharge divider above the dryer screen mid-point should be discouraged in most applications. Otherwise some of the lower quality recirculation air will have to be discharged with no benefit at all.

Four column dryers present a design challenge but not an insurmountable one. The discharge air space between the central columns can be horizontally partitioned and the air from the lower section directed around the back of the dryer.

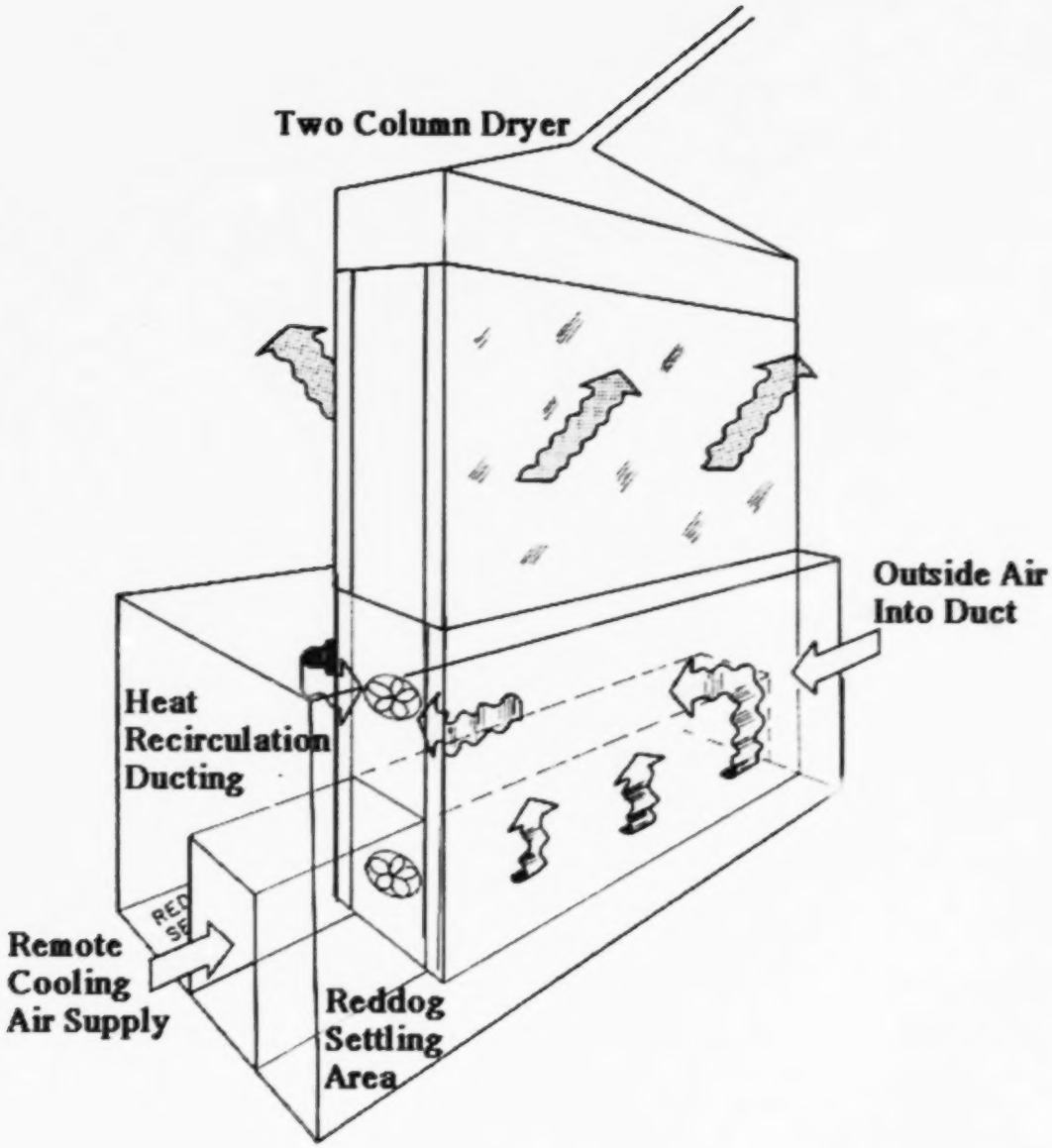
Dryers with only a single fan for drying and cooling or dryers with more than two fans require special consideration as do two-fan dryers operated in the all-heat model.

| Top of Page |

Heat Recirculation Design

1. For heating/cooling two-fan dryers, recirculate air from the cooling section and lower portion of the drying section to the drying fan (Figure 4). Generally this means locating the discharge divider at or slightly above mid screen height.

Figure 4. A schematic of a complete recirculation system on a continuous-flow dryer using ambient air cooling to provide energy savings and cooled dry corn.



2. Do insure that the upper nearly saturated drying air is diverted away from the recirculation system.
3. Do provide clean ambient air to the cooling fan to insure cool corn and maximum benefit from the corn heat. The air duct to the cooling fan should have at least twice the cross sectional area of the cooling fan to minimize pressure losses.
   With single fan dryers a compromise is inevitable. Warm recirculated air will not allow full cooling. Further cooling in storage with relatively high airflow rates is essential.
4. If the dryer, single or two fan type, is operated as an all-heat dryer the divider should be lowered to between one quarter and one third of total screen height and ambient air blended in to maintain dryer throughput (output) rates. Alternately a heat exchanger should be considered.
5. For three-fan dryers operated in the dry/cool mode, cascading discharge air upward is likely to be the most productive. Assuming all fans are of equal capacity, two recaptures are possible.
6. Commercially available recirculation equipment is optional for some makes/models of dryers. If available it should be considered. If not the following guidelines should be of assistance in designing a recirculation system that can also provide weather protection.
7. Construct an enclosure that is wide enough to facilitate easy movement beside the dryer for maintenance such as screen cleaning. A walkway one metre (3') on either side is suggested.
8. The enclosure side roof can abut the dryer at cut-off level if upper dryer protection is not required

(Figure 4).

9. Extend the enclosure full width at least three metres (10') in front of the dryer to provide settling chambers for "reddog" etc. on either side of the duct bringing fresh ambient air straight into the lower cooling fan.
10. The extended enclosure need only be high enough to incorporate the drying fan. Blocking must be included to insure the forward part of the enclosure is relatively air tight to prevent saturated drying air from entering, while drawing make up air from a relatively open rear section - especially if a 4-column dryer is in place. Half of its recirculated warm air must be directed around the rear of the columns into the enclosure.
11. deally the enclosure should be insulated to prevent condensation and reduce radiant heat loss. However, condensation should be minimal if the cut-off is at the correct height and the lost heat is not likely to provide capital recovery at present (1987) fuel prices.

| Top of Page |

Heat Exchanger

Heat exchangers can permit heat reclaiming even from near saturated drying air. Heat only is transferred through a waterproof material (divider) from the hot exhaust air to the cooler incoming air. When the moisture in the hot exhaust air condenses on the cool divider, the latent, or wet heat, is also available as sensible, or dry heat, to warm the incoming cold air.

Heat exchangers can be applied to continuous flow or batch type dryers. They provide the best alternate for reclaiming heat when drying and cooling are not occurring at the same time. The heat exchanger should be considered when continuous flow dryers are operated in the all heat mode.

A constant drying plenum temperature will provide a near constant exhaust air temperature from a continuous flow dryer and an exhaust temperature that increases with time for a batch dryer.

The colder the outside (ambient) air temperature the greater the benefits will be. For a thin-column, continuous -flow dryer operating at 94°C plenum temperature the average discharge air temperature will be about 40°C. Thus ambient air coming in at 20°C will receive only a small temperature increase. Air coming in at 0°C will receive a significant temperature increase and resultant fuel reductions of about 20%. Therefore the decision to use a heat exchanger is highly dependent on projected outside air temperatures.

The cost of a heat exchanger will be significantly higher than for a recirculation system. The reason is two fold: One a heat exchanger system is more complex and; Two, the ducting from the dryer and over the heat exchanger must be insulated to prevent significant condensation problems and associated deterioration.

Values in Table 1 are also valid for the heat exchanger cost effectiveness.

| Top of Page |

Heat Exchanger Design

While the heat exchanger system can take on many configurations, a few points are offered here to avoid some potential design errors.

1. Heat exchangers should only be considered for high temperature dryers operating at outside temperature likely to average 10°C or less.
2. Air intake velocities must be in the range of 4 to 5 meters/second (m/s) to eliminate dead air (insulating) layers next to dividers. Exhaust air velocities are not as critical and can be much lower.
3. Total air intake length should be at least 15m to provide a minimum air retention time of 3 seconds. The intake air stream can be serpentined, but should be counter flow in the last pass for maximum temperature difference and heat transfer.
4. Spiral corrugated galvanized tubing to divide the air streams provides a desirable turbulence in the

high velocity intake air with minimal friction (head) losses.
If tubing is used it should not exceed 100 mm in diameter to maximize surface contact area for exhaust and intake air.

5. A stacked tube arrangement is self-cleaning as the condensate washes the particulate matter (reddog) from the outer surface of the tubes. Provision must be made to remove the collected, wet particulate matter at the end of the drying season.
6. Directional changes of high velocity intake air must be made with long smooth curves to minimize air friction losses and to insure uniform flow in all tubes or air channels.
7. Provision must be made to collect and direct the condensate away from the drying system.
8. A remote air-intake will minimize the pickup of particulate matter. However, the "spent" exhaust air, which will be fully saturated, must be directed away from the intake to prevent recycling.
9. Located heat exchangers at the fan (front) end or at the side of dryers. They will create serious drip problems if located directly over the dryer.

| Top of Page |

Figure 5. A complete recirculation system on a continuous-flow dryer using ambient air cooling.

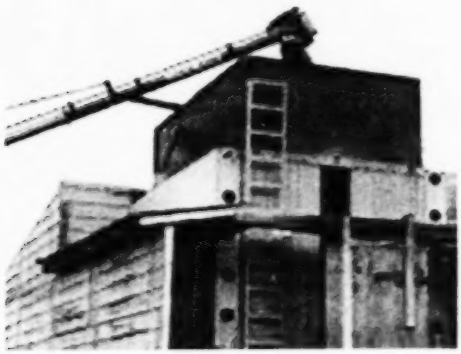


Figure 6. Heat exchangers can be located at the intake end or side of dryers - but never above.

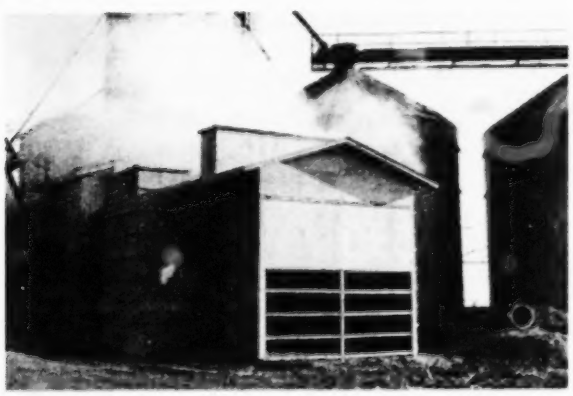


Figure 7. Spiral corrugated galvanized tubes in a stacked arrangement performed well. Not the smooth double radius air turner below.

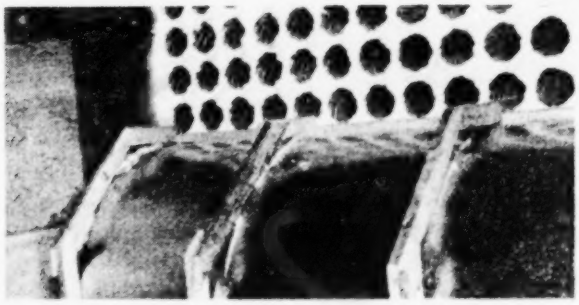


Figure 8. Access must be available to remove "reddog" washed down by condensate.

| Top of Page |

Summary

1. The amount of heat energy (fuel) for high temperature, thin column dryers can be reduced by 20 to 40% without affecting dryer throughout.
2. The allowable capital expenditure will vary with the potential annual fuel savings and the time period considered acceptable for capital recovery.
3. For continuous-flow, thin-column dryers incorporating cooling, recirculate all the air from the cooling section and the lower one-sixth to one-quarter of the drying section. A divider at screen mid-height will normally provide total airflow requirements for the drying fan.
4. For all-heat continuous flow dryers recirculate only the lower one-quarter of the drying air and blend in ambient air or consider a heat exchanger.
5. Make sure recirculation ducting is large enough to minimize pressure losses.
6. Provide remote air intake, with adequate duct size to cooling fan to insure full cooling of dried grain. If corn is removed hot from the dryer insure that adequate cooling equipment is available in tempering/storage bins.
7. When designing a recirculating enclosure make provision for one or more swirl chambers to collect 'reddog' thus preventing accumulations in plenums.

References

1. Winfield, R.G., and J. Hart, 1983. Reclaiming heat energy for grain corn drying. A report for the Agricultural Energy Centre, Ontario Ministry of Agriculture and Food, Toronto, Ontario M7A 2B2, March, pp. 41.
2. Spieser, H., and G. Vanderwyst, 1986. Economics of Heat Recovery on a Bell Camp Dryer. February.
3. Spieser H., and N. Cook, 1986. Economics of a plate-type heat exchanger on an M & W gear co.

model 250 dryer. July.
4. Spieser H., and L. Goohill, 1986. Economics of recirculating warm air on a continuous flow grain dryer. February.
5. Spieser H., 1983. Economics of heat recovery on two behlen model 380 grain dryers. December.
6. Spieser H., and S. Willemse, 1984. Economics of a heat exchanger on a continuous-flow grain dryer. February.

| Top of Page |

For more information:
Toll Free: 1-877-424-1300
Local: (519) 826-4047
Email: ag.info@omaf.gov.on.ca

| Engineering Home Page |

| Central Site | Feedback | Search | Site Map | Français|
| Home | What's New | Calendar | Products | News Releases |

Ontario
This site is maintained by the Government of Ontario, Canada.

This information is provided as a public service, but we cannot guarantee that the information is current or accurate.
Readers should verify the information before acting on it.

Feedback and technical inquiries to: engineering@omaf.gov.on.ca
© Copyright 2004 Queen's Printer for Ontario
Last Updated: July 27, 2004

Ontario

Ministère de
l'Agriculture et de l'Alimentation

FICHE TECHNIQUE
ISSN 1198-7138 ©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario

Agdex: 111/736 Date de publication: 06/90
Commande no. 90-007 Dernière révision: 06/90

Titre: Récupération de l'énergie pour le séchage du maïs-grain

Division: Agriculture et affaires rurales

Situation:

Rédacteur: R.G. Winfield - Direction des productions végétales/MAAO;
H. Spieser - Direction des productions végétales/MAAO

Table des matières

1. Introduction
2. Récupération de l'énergie de séchage
3. Récupération de la chaleur
4. Conception du système de récupération de chaleur
5. Échangeur de chaleur
6. Conception d'un échangeur de chaleur
7. Résumé
8. Références

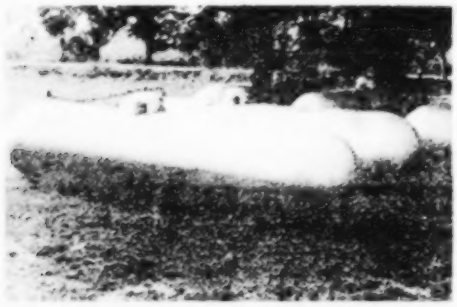
Introduction

Le séchage des grains à haute température est rapide et efficace, mais exige beaucoup d'énergie. Quand les combustibles, comme le propane et le gaz naturel, n'étaient pas chers, les frais d'installation du système de séchage étaient plus considérables que les frais d'exploitation. Ce n'est plus vrai aujourd'hui.

Dans les séchoirs à écoulement transverse classiques, il faut au moins 40 L de propane pour produire une tonne de grains secs à 15,5 % d'eau à partir de grains contenant 30 % d'eau (poids humide) au moment de la récolte. Ainsi, les producteurs de maïs ontariens emploient, directement ou indirectement, l'équivalent de 120 millions de litres de propane par année pour sécher le maïs grain. Il est possible de réduire cette quantité de propane de 20 % par année, soit 24 millions de litre.

La plupart des propriétaires de séchoirs sont prêts à investir de l'argent, s'ils y trouvent leur compte en trois ans ou moins. C'est surtout le volume annuel de maïs séché qui détermine si la valeur monétaire des économies de carburant permettront de défrayer les coûts associés au changement de système de séchage.

Figure 1. Le séchage à haute température du maïs-grain exige des volumes importants de propane ou de gaz naturel.



Le tableau 1 montre les réductions éventuelles de combustibles et les dépenses en capital récupérables en une année selon les coûts annuels engagés pour payer le combustible, qu'il s'agisse de propane, de gaz naturel ou de tout autre carburant.

| Haut de la page |

Récupération de l'énergie de séchage

Il existe deux méthodes de récupération de l'énergie de séchage : a) la récupération de la chaleur et b) l'utilisation d'échangeurs de chaleur.

La méthode de récupération de la chaleur convient bien aux séchoirs continus destinés à sécher et à refroidir simultanément.

Cependant, les échangeurs de chaleur s'adaptent tout autant aux séchoirs continus qu'aux séchoirs discontinus (en fournées) à haute température.

Dans cette fiche technique, nous traiterons exclusivement des séchoirs à écoulement transverse comportant des colonnes étroites. Le nombre de colonnes varie de une à quatre et ces colonnes, bien que le plus souvent verticales, peuvent aussi être horizontales et munies d'une courroie à mailles ouvertes.

Tableau 1. Dépenses en capital permises par les économies annuelles en combustible

Coût actuel du combustible par année - $	Baisse d'utilisation de combustible		
	20 %	30 %	40 %
	- dollars -		
3 000	600	900	1 200
6 000	1 200	1 800	2 400
9 000	1 800	2 700	3 600
12 000	2 400	3 600	4 800
15 000	3 000	4 500	6 000

| Haut de la page |

Récupération de la chaleur

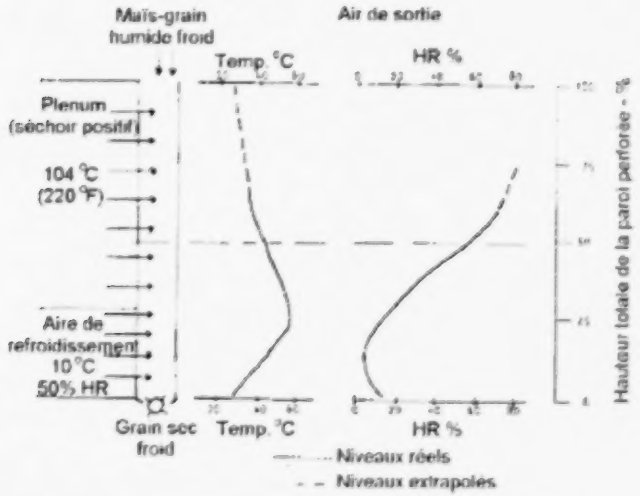
L'air ambiant (extérieur) qui passe au travers d'une colonne (ou d'une couche) de grains chauds absorbe la chaleur et se réchauffe. Quoiqu'il s'ajoute une certaine quantité de vapeur d'eau, l'humidité relative (HR) de l'air ambiant diminue considérablement, puisqu'il est réchauffé par les grains au cours du refroidissement. Une fois l'air de refroidissement réchauffé, sa température s'élève à 30 à 40 oC de plus que celle de l'air ambiant avec une humidité relative variant de 10 à 20 %.

Il suffit que l'air réchauffé soit poussé vers le ventilateur/brûleur (ventilateur de séchage) pour permettre des économies de combustible de 15 à 20 % (figure 2).

Cependant, l'air réchauffé ne compte que pour la moitié ou les deux tiers de l'air qui doit parvenir au ventilateur de séchage. Nous pouvons donc penser à récupérer également l'air contenu dans la partie inférieure du compartiment de séchage. La température de l'air provenant de la partie inférieure est de 40 à 50 oC au-dessus de celle de l'air ambiant. Cet air a déjà servi à sécher les grains, mais n'a pas atteint son point de saturation, son HR se situant entre 20 et 30 %. Par conséquent, on peut le recueillir avec l'air réchauffé pour compléter l'apport d'air nécessaire au ventilateur (figure 3).

Figure 2. La récupération de l'air réchauffé dans les séchoirs continus peut abaisser la quantité d'énergie de séchage nécessaire de 16 % et plus.

Figure 3. Température approximative de l'air de sortie et courbes de l'humidité relative mesurées dans un séchoir continu avec refroidissement par l'air ambiant.



Compte tenu de la perte de chaleur par radiation, la température de l'air récupéré dans le compartiment de refroidissement et dans la partie inférieure du compartiment de séchage s'élève, dans l'unité de séchage, bien au-dessus de la température ambiante et a une HR de moins de 40 %.

Par exemple, supposons que la température du plenum soit à 104 oC (220 oF) et la température ambiante à 10 oC (50 oF); la température de l'air récupéré s'élèvera vraisemblablement à environ 40 oC.

En faisant un rapport des hausses relatives de la température, nous pouvons évaluer approximativement les économies de combustible réalisées :

(oC air récupéré - oC air ambiant) ÷ (oC Plenum - oC air ambiant) x 100 = % économies de carburant

D'après l'exemple précédent, les économies réalisées grâce à la récupération d'air s'établiraient environ à :

(40 - 10) ÷ (104 - 10) x 100 = 32%

Ces économies sont tout à fait réalisables, particulièrement lorsque les températures de l'air ambiant sont basses.

Un des dangers les plus fréquents est de séparer l'air de sortie du séchage trop haut dans le séchoir. Plus la paroi perforée est haute, plus la température de l'air de sortie est basse et plus l'humidité relative de cet air est élevée. Lorsque les grains libèrent rapidement leur humidité, comme c'est le cas dans la partie supérieure de la colonne de séchage, une grande quantité de chaleur est soutirée de l'air pour évaporer l'humidité, ce qui abaisse la température de l'air et augmente dangereusement l'humidité relative (figure 3).

La plupart des séchoirs à écoulement transverse commerciaux possèdent un compartiment de refroidissement qui correspond au quart ou au tiers de la hauteur totale de la colonne. Habituellement, le débit d'air du compartiment de refroidissement est plus grand que celui du compartiment de séchage. Par conséquent, il vaudrait mieux éviter de positionner le séparateur d'air de sortie plus haut que le milieu de la paroi perforée. Sinon, une partie de l'air récupéré de faible qualité devra être libéré sans que l'on puisse en tirer profit.

Les séchoirs à quatre colonnes représentent un défi qui n'est toutefois pas insurmontable. L'espace où s'écoule l'air de sortie entre les colonnes centrales peut être cloisonné horizontalement et l'air provenant de la partie inférieure peut être dirigé vers l'arrière du séchoir.

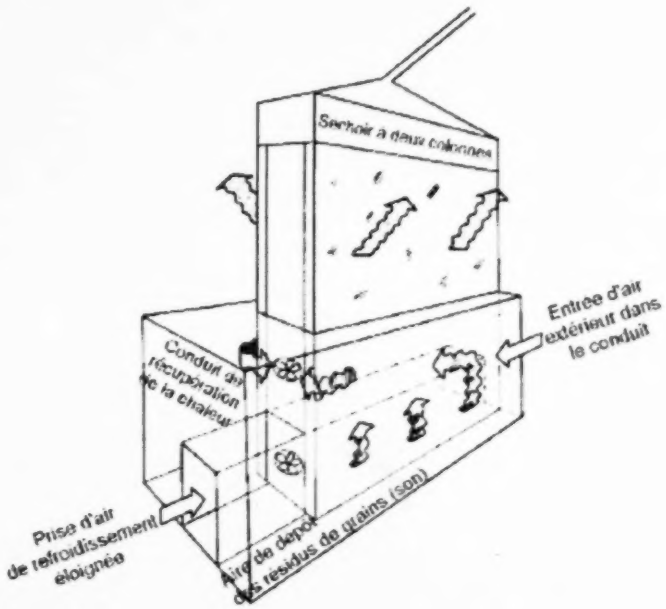
Les séchoirs qui ne comportent qu'un seul ventilateur servant à la fois au séchage et au refroidissement, ou les séchoirs qui comprennent plus de deux ventilateurs demandent plus d'attention tout comme les séchoirs à air chaud contenant deux ventilateurs.

| Haut de la page |

Conception du système de récupération de chaleur

1. Dans les séchoirs chauffants/refroidissants à deux ventilateurs, il faut récupérer l'air du compartiment de refroidissement et de la partie inférieure du compartiment de séchage et le pousser vers le ventilateur de séchage (figure 4). Le séparateur doit donc être installé à mi-hauteur de la paroi perforée ou légèrement au-dessus.

   Figure 4. Schéma d'un système de récupération installé dans un séchoir continu avec refroidissement par l'air ambiant en vue de réaliser des économies d'énergie et de refroidir les grains secs.


Séchoir à deux colonnes
Entrée d'air extérieur dans le conduit
Conduit de récupération de la chaleur
Prise d'air de refroidissement éloignée
Aire de dépôt des résidus de grains (son)

1. Faire en sorte que l'air de séchage, contenu dans la partie supérieure, qui arrive au point de saturation ne soit pas dirigé vers le système de récupération.
2. Ne pousser que de l'air pur vers le ventilateur de refroidissement afin de bien refroidir les grains et de tirer le maximum de la chaleur des grains. Le conduit d'air vers le ventilateur de refroidissement doit être d'un diamètre au moins deux fois plus grand que le ventilateur pour diminuer les pertes de pression d'air.

   On doit faire un compromis s'il s'agit de séchoirs munis d'un seul ventilateur. L'air chaud récupéré ne peut refroidir complètement le grain. Il faudra recourir au refroidissement en entrepôt à l'aide d'un fort débit d'air.
3. Lorsque le séchoir, muni d'un ou de deux ventilateurs, fonctionne comme un séchoir à air chaud, le séparateur doit être abaissé entre le quart et le tiers de la hauteur totale de la paroi perforée et l'air ambiant doit y être incorporé en vue de maintenir le débit de séchage. On devrait considérer l'ajout d'un échangeur de chaleur.
4. Dans les séchoirs à trois ventilateurs où le refroidissement et le séchage s'effectuent simultanément, il semblerait plus productif de rejeter l'air en cascade vers le haut. Si les ventilateurs sont de capacité égale, il sera possible de récupérer l'air deux fois.
5. Les dispositifs de récupération de l'air commerciaux sont facultatifs dans certains modèles de séchoirs. S'ils sont disponibles, on devrait en tenir compte. Sinon, les renseignements suivants seront d'une grande utilité lors de la conception d'un système de récupération qui puisse également offrir une protection adéquate contre les intempéries.
6. Construire une enceinte assez large permettant de se déplacer facilement autour du séchoir pour effectuer l'entretien comme le nettoyage de la paroi perforée. Il est suggéré de laisser un passage d'un mètre (3 pi) de chaque côté du séchoir.
7. Le toit de l'enceinte peut être contigu à la jonction des compartiments du séchoir sans recouvrir la partie supérieure, si celle-ci n'a pas à être protégée (figure 4).
8. Prolonger l'enceinte d'au moins trois mètres (10 pi) en avant du séchoir en vue de laisser des espaces de dépôt pour le son de chaque côté du conduit qui amène l'air ambiant frais directement au ventilateur de refroidissement inférieur.
9. L'extension de l'enceinte doit être assez haute pour contenir le ventilateur de séchage. Toutefois, on doit s'assurer que la partie avant de l'enceinte ne tire pas d'air de séchage saturé lorsqu'elle aspire son air supplémentaire du compartiment arrière qui lui, est très ouvert, particulièrement s'il s'agit d'un séchoir à quatre colonnes. La moitié de l'air chaud récupéré doit être poussé vers l'arrière des colonnes dans l'enceinte.
10. Idéalement, l'enceinte doit être isolée afin d'empêcher la condensation et de diminuer les pertes de chaleur. Néanmoins, la condensation est réduite au minimum lorsque le séparateur d'air est à une hauteur appropriée, et les pertes minimes d'air chaud ne devraient pas justifiés l'investissement en

capital compte tenu des coûts actuels (1987) du combustible.

| Haut de la page |

Échangeur de chaleur

Les échangeurs de chaleur rendent possible la récupération de la chaleur de l'air de séchage presque saturé. Seule la chaleur provenant de cet air saturé passe à travers une cloison étanche à l'humidité (séparateur) pour se mêler à l'air froid qui entre. La chaleur humide ou latente qui résulte de la condensation de l'air chaud saturé sur le séparateur froid peut également servir à réchauffer l'air froid provenant de l'extérieur.

On peut adapter les échangeurs de chaleur à des séchoirs continus ou discontinus. Ils constituent la meilleure alternative de récupération de la chaleur lorsque le séchage et le refroidissement ne se font pas simultanément et que le séchoir continu fonctionne uniquement selon la méthode de séchage à air chaud.

La température de l'air de sortie d'un séchoir continu demeurera constante tant que la température du plenum le sera et augmentera avec le temps dans un séchoir discontinu.

Plus la température de l'air extérieur (ambiant) est froide, plus les avantages sont grands. Lorsque la température du plenum d'un séchoir continu à colonnes étroites est de 94 oC, la température moyenne de l'air de sortie équivaut environ à 40 oC. Par conséquent, l'air ambiant entrant à 20 oC ne verra sa température augmenter que de quelques degrés. Par contre l'air ambiant entrant à 0 oC verra sa température monter considérablement, ce qui réduira la consommation de combustible d'environ 20 %. Aussi, l'utilisation d'un échangeur de chaleur dépend en grande partie des températures de l'air ambiant qui prévalent dans la région.

Le coût d'un échangeur de chaleur est beaucoup plus élevé que celui d'un système de récupération et ce, pour deux raisons : premièrement, l'échangeur de chaleur est plus complexe et deuxièmement, les conduits venant du séchoir et ceux de l'échangeur de chaleur doivent être isolés afin de prévenir la condensation et d'empêcher la détérioration des dispositifs.

Les chiffres indiqués au tableau 1 correspondent également à l'efficacité d'un échangeur de chaleur.

| Haut de la page |

Conception d'un échangeur de chaleur

L'échangeur de chaleur peut être construit de différentes façons; voici donc quelques points importants pour éviter de faire des erreurs lors de son installation.

1. Les échangeurs de chaleur ne devraient être installés que lorsqu'on utilise des séchoirs à haute température qui fonctionnent dans des milieux où la moyenne des températures extérieures se maintient à 10 oC ou moins.
2. La vitesse de prise d'air doit varier de 4 à 5 mètres/seconde (m/s) afin d'éliminer la formation de couches d'air inertes (isolantes) près des séparateurs. La vitesse de sortie de l'air est de moindre importance et peut être beaucoup plus basse.
3. La longueur totale de l'entrée d'air doit être d'au moins 15 m pour que l'air soit retenu pendant au moins 3 secondes. Le courant d'air insufflé peut passer dans un conduit en serpentin, mais doit être poussé à rebours dans la dernière section en vue d'obtenir un transfert de chaleur maximal.
4. Les conduits en spirale galvanisés et ondulés servant à séparer les courants d'air procurent la turbulence voulue dans les prises d'air à vitesse élevée et diminuent les pertes dues au frottement. Les conduits ne doivent pas avoir un diamètre de plus de 100 mm afin de maximiser la surface de contact entre l'air de sortie et d'entrée.
5. Les conduits superposés sont auto-nettoyants, car la condensation déloge les particules (son) qui adhèrent sur leur paroi extérieure. À la fin de la saison de séchage, on doit procéder à l'enlèvement de cet amas de particules humides.
6. Les changements de direction dans les amenées d'air à vitesse élevée doivent emprunter des courbes longues et douces en vue de réduire au minimum les pertes dues au frottement de l'air et

de maintenir un débit régulier dans tous les conduits.
7. On doit prendre les mesures appropriées pour récupérer l'eau de condensation et la rejeter hors du système de séchage.
8. L'installation d'une prise d'air éloignée diminue le dépôt des particules causé par la condensation. Toutefois, l'air rejeté qui est complètement saturé doit être dirigé loin de l'entrée d'air pour qu'il ne soit pas utilisé de nouveau.
9. Installer les échangeurs de chaleur à l'avant (près du ventilateur) ou à côté des séchoirs. Si on les place directement sur le séchoir, les gouttes d'eau provenant de la condensation tomberont sur celui-ci.

| Haut de la page |

Résumé

1. La quantité d'énergie calorifique (combustible) utilisée dans les séchoirs à colonnes étroites et à haute température peut diminuer de 20 à 40 % sans modifier le débit du séchoir.
2. Les dépenses en capital permises dépendent des économies potentielles annuelles en combustible et de la période de recouvrement du capital.
3. Dans les séchoirs continus à colonnes étroites comportant un système de refroidissement, récupérer l'air du compartiment de refroidissement et du sixième au quart inférieur du compartiment de séchage. Normalement, un séparateur placé à mi-hauteur de la paroi perforée permet de fournir le débit d'air total requis par le ventilateur de séchage.
4. Dans les séchoirs continus à air chaud, récupérer seulement le quart inférieur de l'air de séchage et y mêler l'air ambiant ou penser à installer un échangeur de chaleur.

Figure 5. Système de récupération complet d'un séchoir continu avec refroidissement par l'air ambiant.

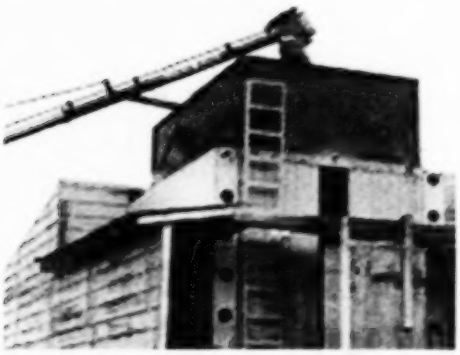


Figure 6. Les échangeurs de chaleur peuvent être installés près de la prise d'air ou à côté du séchoir, mais jamais au-dessus.

Figure 7. Les conduits galvanisés et ondulés en spirale superposés ont donné un bon rendement.

Remarquer au bas les retours d'air lissés de grand diamètre.

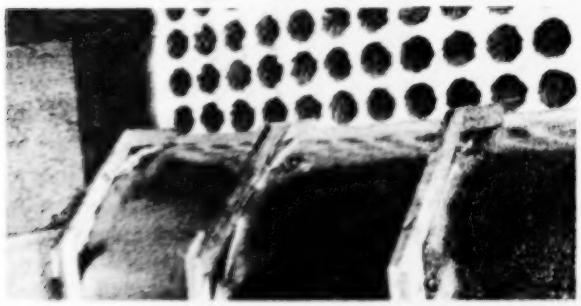
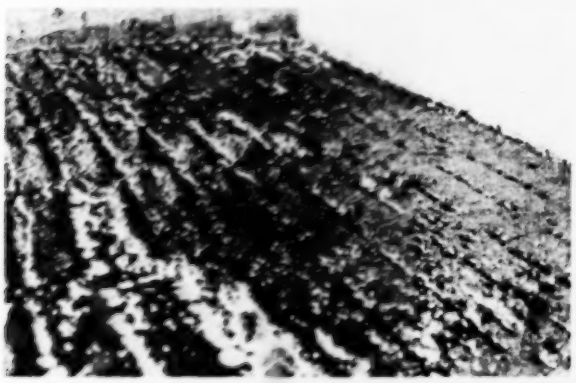


Figure 8. Espace accessible pour enlever les résidus de grains emportés par la condensation.



1. S'assurer que les conduits de récupération sont assez larges pour minimiser les pertes de pression.
2. Installer une prise d'air éloignée munie de conduits de grosseur adéquate menant au ventilateur de refroidissement afin de bien refroidir les grains secs. Si on retire les grains de maïs encore chauds du séchoir, s'assurer que le système de refroidissement de l'entrepôt ventilé est suffisant.
3. Si on conçoit une enceinte de récupération, prévoir également des chambres de turbulence pour recueillir les résidus de grains et empêcher leur accumulation dans les plenums.

| Haut de la page |

Références

1. Winfield, R.G. et J. Hart, 1983. Reclaiming heat energy for grain corn drying. Rapport effectué pour le Centre de recherche sur l'utilisation de l'énergie en agriculture, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Toronto, Ontario M7A 2B2, mars, 41 p.
2. Spieser, H. et G. Vanderwyst, 1986. Economics of heat recovery on a Bell Camp dryer. Février
3. Spieser, H. et N. Cook, 1986. Economics of a plate-type heat exchanger on a M & W gear co. model 250 dryer. Juillet
4. Spieser, H. et L. Goohill, 1986. Economics of recirculating warm air on a continuous flow grain dryer. Février
5. Spieser, H., 1983. Economics of heat recovery on two behlen model 380 grain dryers. Décembre
6. Spieser, H. et S. Willemse, 1984. Economics of a heat exchanger on a continuous-flow grain dryer. Février

Nous remercions le Secrétariat d'État pour sa contribution financière à la réalisation de la présente fiche technique.

| Haut de la page |

pour plus de renseignements:
sans frais: 1 877 424-1300
local: (519) 826-4047
courriel: ag.info@omaf.gov.on.ca

| Page d'accueil du génie |

| Site principal | Commentaires | Recherche | Plan du site | English |
| Page d'accueil | Nouveautés | Calendrier | Produits | Communiqués |

Ontario
Ce site est mis à jour par le gouvernement de l'Ontario, Canada.

Les renseignements de ce site sont fournis à titre de service au public. On ne peut garantir que l'information est à jour ou exacte. Les lecteurs devront vérifier l'information avant de s'en servir.

Vos commentaires et questions techniques à: engineering@omaf.gov.on.ca
©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2004
Dernières modifications : 15 avril 2004